

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **2001156065 A**

(43) Date of publication of application: **08.06.01**

(51) Int. Cl

**H01L 21/318**

(21) Application number: **11333129**

(71) Applicant: **HITACHI KOKUSAI ELECTRIC INC**

(22) Date of filing: **24.11.99**

(72) Inventor: **MIZUNO KANEKAZU  
MAEDA KIYOHICO**

**(54) METHOD AND APPARATUS FOR  
MANUFACTURING SEMICONDUCTOR DEVICE**

**(57) Abstract:**

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a method and an apparatus for manufacturing a semiconductor device which comprises a process of manufacturing a silicon nitride film, allows the maintenance frequency to be possibly lessened, and can suppress or prevent the growth of particles.

**SOLUTION:** A step of forming a silicon nitride film on a semiconductor wafer disposed in a quartz reaction

chamber by the thermal CVD method with bis-tertiary butylaminosilane and NH<sub>3</sub> flowing as raw material gases in the quartz reaction chamber is repeated at a specified number of times, then NF<sub>3</sub> gas is flowed in the reaction chamber to remove silicon nitrogen formed in the reaction chamber, and again a step of forming a silicon nitride film on a semiconductor wafer disposed in a quartz reaction chamber by the thermal CVD method with bis-tertiary butylaminosilane and NH<sub>3</sub> flowing as raw material gases in the quartz reaction chamber is repeated at a specified number of times.

COPYRIGHT: (C)2001,JPO

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2001-156065

(P2001-156065A)

(43)公開日 平成13年6月8日(2001.6.8)

(51)Int.Cl.<sup>7</sup>

H 0 1 L 21/318

識別記号

F I

H 0 1 L 21/318

マーク(参考)

B 5 F 0 5 8

審査請求 未請求 請求項の数 8 OL (全 8 頁)

(21)出願番号

特願平11-333129

(22)出願日

平成11年11月24日(1999.11.24)

(71)出願人 000001122

株式会社日立国際電気

東京都中野区東中野三丁目14番20号

(72)発明者 水野 謙和

東京都中野区東中野三丁目14番20号 国際  
電気株式会社内

(72)発明者 前田 喜世彦

東京都中野区東中野三丁目14番20号 国際  
電気株式会社内

(74)代理人 100098534

弁理士 宮本 治彦

F ターム(参考) 5F058 BA05 BC08 BE04 BF04 BF27  
BF29 BF30 BG01 BG02 BH12  
BJ01

(54)【発明の名称】 半導体装置の製造方法および半導体製造装置

(57)【要約】

【課題】メンテナンス頻度をなるべく小さくできると共にパーティクルの発生も抑制または防止できる窒化シリコン膜の製造工程を備える半導体装置の製造方法および半導体製造装置を提供する。

【解決手段】ビス ターシャル プチル アミノ シランとNH<sub>3</sub>とを原料ガスとして石英反応容器内に流して、熱CVD法により窒化シリコン膜を石英反応容器内に設けられた半導体ウェーハ上に形成する工程を所定回数繰り返した後に、石英反応容器内にNF<sub>3</sub>ガスを流して、石英反応容器内に形成された窒化シリコンを除去し、その後また、ビス ターシャル プチル アミノ シランとNH<sub>3</sub>とを原料ガスとして石英反応容器内に流して、熱CVD法により窒化シリコン膜を石英反応容器内に設けられた半導体ウェーハ上に形成する工程を所定回数繰り返す。

**【特許請求の範囲】**

【請求項1】ビス ターシャル プチル アミノ シランとNH<sub>3</sub>とを原料ガスとして反応容器内に流して、熱CVD法により窒化シリコン膜を前記反応容器内に設けられた被成膜体上に形成する工程と、

その後、前記反応容器内にNF<sub>3</sub>ガスを流して、前記反応容器内に形成された窒化シリコンを除去する工程と、その後、ビス ターシャル プチル アミノ シランとNH<sub>3</sub>とを原料ガスとして前記反応容器内に流して、熱CVD法により窒化シリコン膜を前記反応容器内に設けられた被成膜体上に形成する工程と、

を備えることを特徴とする半導体装置の製造方法。

【請求項2】ビス ターシャル プチル アミノ シランとNH<sub>3</sub>とを原料ガスとして前記反応容器内に流して、熱CVD法により窒化シリコン膜を前記反応容器内に設けられた被成膜体上に形成する前記工程を所定回数繰り返した後に、前記反応容器内にNF<sub>3</sub>ガスを流して、前記反応容器内に形成された窒化シリコンを除去することを特徴とする請求項1記載の半導体装置の製造方法。

【請求項3】前記反応容器内に形成される前記窒化シリコンが所定の膜厚になる前に前記反応容器内にNF<sub>3</sub>ガスを流して、前記反応容器内に形成された窒化シリコンを除去することを特徴とする請求項1または2記載の半導体装置の製造方法。

【請求項4】前記反応容器内に形成される前記窒化シリコンが前記被成膜体上にパーティクルを発生させる前に前記反応容器内にNF<sub>3</sub>ガスを流して、前記反応容器内に形成された窒化シリコンを除去することを特徴とする請求項1乃至3のいずれかに記載の半導体装置の製造方法。

【請求項5】前記反応容器それ自体が石英で構成されており、および／または前記反応容器内部に石英で構成されている部材が用いられており、前記石英上に形成された前記窒化シリコンが前記被成膜体上にパーティクルを発生させる前に前記反応容器内にNF<sub>3</sub>ガスを流して、前記石英上に形成された窒化シリコンを除去することを特徴とする請求項1乃至4のいずれかに記載の半導体装置の製造方法。

【請求項6】前記反応容器内にNF<sub>3</sub>ガスを流して、前記石英上に形成された窒化シリコンを除去する工程を、前記反応容器内の圧力を10Torr以上として行うこととする請求項5記載の半導体装置の製造方法。

【請求項7】前記窒化シリコン膜を形成する前後の少なくともいずれか一方に前記反応容器内をNH<sub>3</sub>でガスパージすることを特徴とする請求項1乃至6のいずれかに記載の半導体装置の製造方法。

【請求項8】ビス ターシャル プチル アミノ シランとNH<sub>3</sub>とを原料ガスとして反応容器内に流して、熱CVD法により窒化シリコン膜を前記反応容器内に設け

られた半導体ウェーハ上に形成する半導体製造装置であって、前記反応容器内に形成された窒化シリコンを前記反応容器内にNF<sub>3</sub>ガスを流して除去するようにしたことを特徴とする半導体製造装置。

**【発明の詳細な説明】**

**【0001】**

【発明の属する技術分野】本発明は、半導体装置の製造方法および半導体製造装置に関し、特に、窒化シリコン膜の熱CVD (Chemical Vapor Deposition) 法による製造工程を備える半導体装置の製造方法および半導体製造装置に関する。

**【0002】**

【従来の技術】従来、半導体装置に使用される窒化シリコン膜は、SiH<sub>2</sub>C<sub>1.2</sub> (以下DCSと記す) とNH<sub>3</sub>との混合ガスにより形成するのが一般的である。

【0003】しかしながら、この方法では、700℃～800℃といった高温で窒化シリコン膜を形成する必要があり、その結果、浅い拡散層内の不純物が熱により深く拡散してしまい、素子寸法を小さくできないという問題がある。また、排気口に反応副生成物であるNH<sub>4</sub>C<sub>1</sub> (塩化アンモニウム) が付着してしまい、このNH<sub>4</sub>C<sub>1</sub>は金属表面に錆を生じさせ、半導体ウェーハ上に金属汚染を生じさせるという問題もある。

**【0004】**

【発明が解決しようとする課題】これらの問題点を解決するために、本発明者らは、SiH<sub>2</sub>(NH(C<sub>4</sub>H<sub>9</sub>))<sub>2</sub> (ビス ターシャル プチル アミノ シラン: BTBAS: Bis tertial butyl amino silane) とNH<sub>3</sub>とを原料ガスとして用いて窒化シリコン(Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>)膜を形成することを検討した。その結果、このようにすれば、600℃程度の低温で窒化シリコン膜を成膜可能であり、また、金属汚染の原因であるNH<sub>4</sub>C<sub>1</sub>を発生させないことが判明した。

【0005】しかしながら、本発明者らは、BTBASを用いたSi<sub>3</sub>N<sub>4</sub>膜には次の欠点があることを見いだした。

【0006】すなわち、炉内に導入されたBTBASとNH<sub>3</sub>は熱分解し、ウェーハ上ののみならず石英反応管内壁や反応管内部の石英で構成されている部材にSi<sub>3</sub>N<sub>4</sub>膜を形成するが、BTBASを用いたSi<sub>3</sub>N<sub>4</sub>膜は膜ストレスが高く、膜収縮が大きいという性質がある。一般的なDCSとNH<sub>3</sub>とによるSi<sub>3</sub>N<sub>4</sub>膜との比較データを、膜収縮率については図4に、膜ストレスについては図5に示す。図4、5において、BはBTBASとNH<sub>3</sub>とによるSi<sub>3</sub>N<sub>4</sub>膜の場合を示し、DはDCSとNH<sub>3</sub>とによるSi<sub>3</sub>N<sub>4</sub>膜の場合を示す。膜ストレスとは引っぱり力(膜応力)であり、反応炉石英上に成膜されたSi<sub>3</sub>N<sub>4</sub>膜は膜応力によりはがれてしまう。また、反応炉の温度(600℃程度)により膜が縮んでしまう。石英は熱による収縮、膨張がないため、ひ

ずみが生じてしまう。従って、石英上のSi<sub>3</sub>N<sub>4</sub>膜が厚くなると石英にマイクロクラックが発生しウェーハ上にパーティクルを発生させてしまう。マイクロクラックを引き起こすSi<sub>3</sub>N<sub>4</sub>膜厚は4000Åである。

【0007】このパーティクル問題を解決するために、4000Å成膜毎に、図1に示す縦型LPCVD成膜装置1内の石英インナーチューブ12、石英ポート14、石英キャップ15を解体し、HF(フッ化水素)を用いたウェットクリーニングを実施しSi<sub>3</sub>N<sub>4</sub>膜を取り除くといった方法でメンテナンスを行う必要がある。1回の成膜を1000Åとすると4回の成膜毎にメンテナンスをする必要がある。また、メンテナンスに要する時間は16時間であり、時間がかかりすぎるという問題もある。

【0008】従って、本発明の主な目的は、BTBASとNH<sub>3</sub>とによりSi<sub>3</sub>N<sub>4</sub>膜を製造する場合のメンテナンス頻度の高さの問題点を解決し、メンテナンス頻度をなるべく小さくできると共にパーティクルの発生も抑制または防止できる窒化シリコン膜の製造方法および製造装置を提供することにある。

#### 【0009】

【課題を解決するための手段】本発明によれば、ビスマスターシャルブチルアミノシランとNH<sub>3</sub>とを原料ガスとして反応容器内に流して、熱CVD法により窒化シリコン膜を前記反応容器内に設けられた被成膜体上に形成する工程と、その後、前記反応容器内にNF<sub>3</sub>ガスを流して、前記反応容器内に形成された窒化シリコンを除去する工程と、その後、ビスマスターシャルブチルアミノシランとNH<sub>3</sub>とを原料ガスとして前記反応容器内に流して、熱CVD法により窒化シリコン膜を前記反応容器内に設けられた被成膜体上に形成する工程と、を備えることを特徴とする半導体装置の製造方法が提供される。

【0010】好ましくは、ビスマスターシャルブチルアミノシランとNH<sub>3</sub>とを原料ガスとして前記反応容器内に流して、熱CVD法により窒化シリコン膜を前記反応容器内に設けられた被成膜体上に形成する前記工程を所定回数繰り返した後に、前記反応容器内にNF<sub>3</sub>ガスを流して、前記反応容器内に形成された窒化シリコンを除去する。

【0011】また、好ましくは、前記反応容器内に形成される前記窒化シリコンが所定の膜厚になる前に前記反応容器内にNF<sub>3</sub>ガスを流して、前記反応容器内に形成された窒化シリコンを除去する。

【0012】また、好ましくは、前記反応容器内に形成される前記窒化シリコンが前記被成膜体上にパーティクルを発生させる前に前記反応容器内にNF<sub>3</sub>ガスを流して、前記反応容器内に形成された窒化シリコンを除去する。

#### 【0013】また、好ましくは、前記反応容器それ自体

が石英で構成されており、および／または前記反応容器内部に石英で構成されている部材が用いられており、前記石英上に形成された前記窒化シリコンが前記被成膜体上にパーティクルを発生させる前に前記反応容器内にNF<sub>3</sub>ガスを流して、前記石英上に形成された窒化シリコンを除去する。

【0014】この場合に、好ましくは、窒化シリコン膜の膜厚が4000Åより厚くなる前にNF<sub>3</sub>ガスにより除去することが好ましい。

【0015】また、好ましくは、前記反応容器内にNF<sub>3</sub>ガスを流して、前記石英上に形成された窒化シリコンを除去する工程を、前記反応容器内の圧力を10Torr以上として行う。

【0016】また、好ましくは、前記窒化シリコン膜を形成する前後の少なくともいずれか一方に前記反応容器内をNH<sub>3</sub>でガスバージする。

【0017】また、本発明によれば、ビスマスターシャルブチルアミノシランとNH<sub>3</sub>とを原料ガスとして反応容器内に流して、熱CVD法により窒化シリコン膜を前記反応容器内に設けられた半導体ウェーハ上に形成する半導体製造装置であって、前記反応容器内に形成された窒化シリコンを前記反応容器内にNF<sub>3</sub>ガスを流して除去するようにしたことを特徴とする半導体製造装置が提供される。

#### 【0018】

【発明の実施の形態】次に、図面を参照して本発明の一実施の形態を説明する。

【0019】本発明において使用するBTBASは常温では液体であるので、図2、図3に示すようなBTBAS供給装置を用いて炉内へ導入する。

【0020】図2に示すBTBAS供給装置は、恒温槽と気体流量制御の組合せである。図3に示すBTBAS供給装置は、液体流量制御と気化器との組合せにより流量制御を行ふものである。

【0021】図2を参照すれば、BTBAS供給装置4においては、BTBAS液体原料42を備えた恒温槽41内を100°C程度に加熱し、BTBASの蒸気圧を高くすることによりBTBASを気化し、その後気化したBTBASは、マスフローコントローラ43により流量制御されて、BTBAS供給口44より図1に示す縦型LPCVD(減圧CVD)成膜装置のノズル21の供給口22に供給される。なお、このBTBAS供給装置4においては、BTBAS液体原料42からBTBAS供給口44に至るまでの配管は、配管加熱部材45によって覆われている。

【0022】図3を参照すれば、BTBAS供給装置5においては、BTBAS液体原料52を備えたBTBASタンク51内に、押し出しガス導入口53から導入された押し出しガスHe、N<sub>2</sub>を配管54を介して導入することにより、BTBAS液体原料32を配管55に押

し出し、その後B T B A S液体原料は、液体流量制御装置5 6により流量制御されて気化器5 7に送られ、気化器5 7で気化されてB T B A S供給口5 8より図1に示す縦型L P C V D(減圧CVD)成膜装置のノズル2 1の供給口2 2に供給される。なお、このB T B A S供給装置5においては、気化器5 7からB T B A S供給口5 8に至るまでの配管は、配管加熱部材5 9によって覆われている。

【0023】次に、本実施の形態で好適に使用できる縦型L P C V D成膜装置を図1を参照して説明する。

【0024】縦型L P C V D成膜装置1においては、石英反応管1 1の外部にヒータ1 3を備えており、石英反応管1 1内を均一に加熱できる構造となっている。石英反応管1 1内には石英インナーチューブ1 2が設けられている。石英インナーチューブ1 2内には、複数の半導体ウェーハを垂直方向に積層して搭載する石英ポート1 4が設けられている。この石英ポート1 4は、キャップ1 5上に搭載されており、キャップ1 5を上下させることにより、石英インナーチューブ1 2内に挿入され、また石英インナーチューブ1 2から取り出される。石英反応管1 1および石英インナーチューブ1 2の下部は開放された構造となっているが、キャップ1 5を上昇させることにより、キャップ1 5の底板2 4により閉じられ気密な構造となる。石英インナーチューブ1 2の下部には、石英ノズル1 8、2 1が連通して設けられている。石英インナーチューブ1 2の上部は開放されている。石英インナーチューブ1 2と石英反応管1 1との間の空間の下部には、排気口1 7が連通して設けられている。排気口1 7は真空ポンプ(図示せず)に連通しており、石英反応管1 1内を減圧できる。石英ノズル1 8、2 1から供給された原料ガスは、各々の噴出口2 0、2 3から石英インナーチューブ1 2内に噴出され、その後、石英インナーチューブ1 2内を下部から上部まで移動し、石英インナーチューブ1 2と石英反応管1 1との間の空間を通って下方に流れ、排気口1 7から排気される。

【0025】次に、この縦型L P C V D成膜装置1を使用して窒化シリコン膜を製造する方法について説明する。

【0026】まず、多数枚の半導体ウェーハ1 6を保持した石英ポート1 4を600℃以下の温度に保たれた石英インナーチューブ1 2内に挿入する。

【0027】次に、真空ポンプ(図示せず)を用いて排気口1 7より真空排気する。ウェーハの面内温度安定効果を得るために、1時間程度排気することが好ましい。

【0028】次に、石英ノズル1 8の注入口1 9よりN H<sub>3</sub>ガスを注入し、石英反応管1 1内を、B T B A Sを流す前にNH<sub>3</sub>とでページする。

【0029】次に、石英ノズル1 8の注入口1 9よりN H<sub>3</sub>ガスを注入し続けると共に、石英ノズル2 1の注入口2 2よりB T B A Sを注入して、半導体ウェーハ1 6

上にSi<sub>3</sub>N<sub>4</sub>膜を成膜する。

【0030】次に、石英ノズル1 8の注入口1 9よりN H<sub>3</sub>ガスを注入したまま、B T B A Sの供給を停止して、石英反応管1 1内をNH<sub>3</sub>でページする。

【0031】B T B A Sのみ流すとSi<sub>3</sub>N<sub>4</sub>膜とは異なる膜ができるため、デポジション前後にNH<sub>3</sub>によるページを行うことが好ましい。

【0032】次に、石英ノズル1 8よりN<sub>2</sub>を石英反応管1 1内に流入させてN<sub>2</sub>ページを行い、石英反応管1 1内のNH<sub>3</sub>を除去する。

【0033】その後、N<sub>2</sub>の供給を止めて石英反応管1 1内を真空にする。N<sub>2</sub>ページとその後の石英反応管1 1内の真空排気は数回セットで実施する。

【0034】その後、石英反応管1 1内を真空状態から大気圧状態へ戻し、その後、石英ポート1 4を下げて、石英反応管1 1より引き出し、その後、石英ポート1 4および半導体ウェーハ1 6を室温まで下げる。

【0035】上記窒化シリコン膜の製造方法を繰り返して、石英反応管1 1内のSi<sub>3</sub>N<sub>4</sub>膜厚が3000Åに達した時点で、NF<sub>3</sub>ガスを石英ノズル1 8から、石英反応管1 1内へ導入することによりSi<sub>3</sub>N<sub>4</sub>膜のその場クリーニング(in situ cleaning)を行う。

【0036】次に、このクリーニング方法について説明する。

【0037】まず、半導体ウェーハ1 6を保持しない石英ポート1 4を600℃の温度に保たれた石英インナーチューブ1 2内に挿入する。

【0038】次に、真空ポンプ(図示せず)を用いて排気口1 7より真空排気する。

【0039】次に、石英ノズル1 8の注入口1 9よりNF<sub>3</sub>ガスを500ccmの流量で注入し、真空ポンプ(図示せず)を用いて排気口1 7より真空排気しながら、石英反応管1 1内を10Torr以上に保った状態で、石英反応管1 1内のクリーニングを行う。

【0040】次に、NF<sub>3</sub>ガスの供給を止めて、真空ポンプ(図示せず)を用いて排気口1 7より真空排気して、残留NF<sub>3</sub>ガスを排気する。

【0041】次に、石英ノズル1 8よりN<sub>2</sub>を石英反応管1 1内に流入させてN<sub>2</sub>ページを行い、石英反応管1 1内のNF<sub>3</sub>を除去する。

【0042】その後、真空ポンプ(図示せず)を用いて排気口1 7より真空排気する。真空排気とN<sub>2</sub>ページは数サイクル実施する。

【0043】その後、石英反応管1 1内を真空状態から大気圧状態へ戻し、その後、石英ポート1 4を下げて、石英反応管1 1より引き出す。

【0044】なお、NF<sub>3</sub>クリーン時はSi<sub>3</sub>N<sub>4</sub>膜がエッティングされると同時に石英もエッティングされてしまう。従ってSi<sub>3</sub>N<sub>4</sub>膜を多くエッティングし、石英(SiO<sub>2</sub>)をできるだけエッティングさせない条件が大切で

ある。

**【0045】**図6に圧力とエッティングの選択性の関係を示す。この図において、横軸は石英反応管11内の圧力を示し、縦軸はSi<sub>3</sub>N<sub>4</sub>膜のエッティングレート(ER(SiN))と石英のエッティングレート(ER(SiO<sub>2</sub>))の比を示している。図6を参照すれば、高圧にすればするほど選択性が良くなり、石英(SiO<sub>2</sub>)がエッティングされにくくなることがわかる。こういった理由で圧力を10Torr以上とすることが好ましい。また、さらに高圧にすることにより、選択性はさらに良くなり、加えてエッティングレートも上昇するため、エッティング時間を短縮することができる。例えば、圧力を10Torrとした場合、エッティングに30分程度の時間を要していたのに対し、圧力を70Torrとした場合、15分程度で同等のエッティングを行うことができる。

**【0046】**NF<sub>3</sub>クリーニングを、Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>膜を3000Å成膜する毎に実施することにより、連続100RunのパーティクルフリーのSi<sub>3</sub>N<sub>4</sub>膜をメンテナンスフリーで形成することができる。図7にデータを示す。図7において、横軸は成膜回数を示し、3回に1回は空欄となっている。空欄部はNF<sub>3</sub>クリーンを示し、縦軸は粒径0.18μm以上のウェーハ上の異物の個数を示す。また、NF<sub>3</sub>ガスを用いたクリーニングは、石英反応管11内にNF<sub>3</sub>ガスを500ccmの流量で注入し真空ポンプにより真空排気しながら、石英反応管11内を10Torr(1300Pa)に保ち、温度を600°C程度として、30分間行った。なお、図7で、topとは、125枚のウェーハを処理した場合の下から115枚目をいい、cntとは、下から6枚目をいい、botとは下から16枚目をいう。

**【0047】**また、NF<sub>3</sub>クリーン1回に要する時間は2.5時間(NF<sub>3</sub>ガスを流すのは30分、残りの時間はポートアップ、真空引き等を行う時間)であり、従来のメンテナンスに要する16時間と比較しても利点がある。

#### 【0048】

**【発明の効果】**BTBASとNH<sub>3</sub>とによりSi<sub>3</sub>N<sub>4</sub>膜を製造する場合に、メンテナンス頻度をなるべく小さくできると共にパーティクルの発生も抑制または防止できる。

#### 【図面の簡単な説明】

**【図1】**本発明の一実施の形態で使用する縦型LPCVD成膜装置を説明するための概略断面図である。

**【図2】**本発明の一実施の形態で使用する成膜装置において好適に使用されるBTBAS供給装置を説明するための概略図である

**【図3】**本発明の一実施の形態で使用する成膜装置において好適に使用されるBTBAS供給装置を説明するための概略図である

**【図4】**BTBASとNH<sub>3</sub>とを原料ガスとして形成したSi<sub>3</sub>N<sub>4</sub>膜の膜吸収率を示す図である。

**【図5】**BTBASとNH<sub>3</sub>とを原料ガスとして形成したSi<sub>3</sub>N<sub>4</sub>膜の膜ストレスを示す図である。

**【図6】**BTBASとNH<sub>3</sub>とを原料ガスとして形成したSi<sub>3</sub>N<sub>4</sub>膜のNF<sub>3</sub>による選択性を説明するための図である。

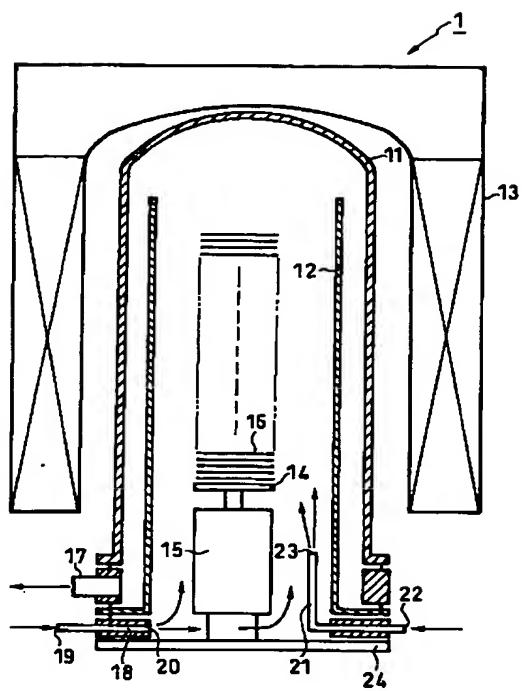
**【図7】**NF<sub>3</sub>クリーニングを、BTBASとNH<sub>3</sub>とを原料ガスとして形成したSi<sub>3</sub>N<sub>4</sub>膜を3000Å成膜する毎に実施することによる、連続成膜の状況を説明するための図である。

#### 【符号の説明】

- 1 …縦型成膜装置
- 4、5 …BTBAS供給装置
- 11 …石英反応管
- 12 …石英インナーチューブ
- 13 …ヒータ
- 14 …石英ポート
- 15 …キャップ
- 16 …半導体ウェーハ
- 17 …排気口
- 18、21 …石英ノズル
- 41 …恒温槽
- 51 …BTBAS原料タンク
- 42、52 …BTBAS液体原料
- 53 …キャリアガス導入口
- 35、54、55 …配管
- 43 …マスフローコントローラ
- 44、58 …BTBAS供給口
- 56 …液体流量制御装置
- 57 …気化器
- 45、59 …配管加熱部材

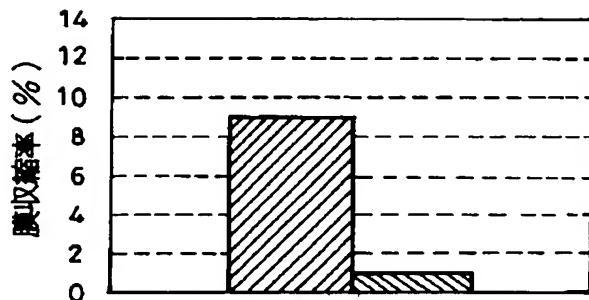
【図1】

図1



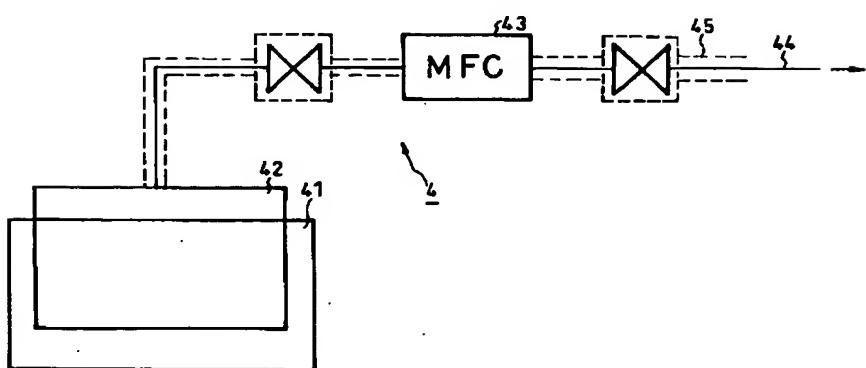
【図4】

図4



【図2】

図2



【図3】

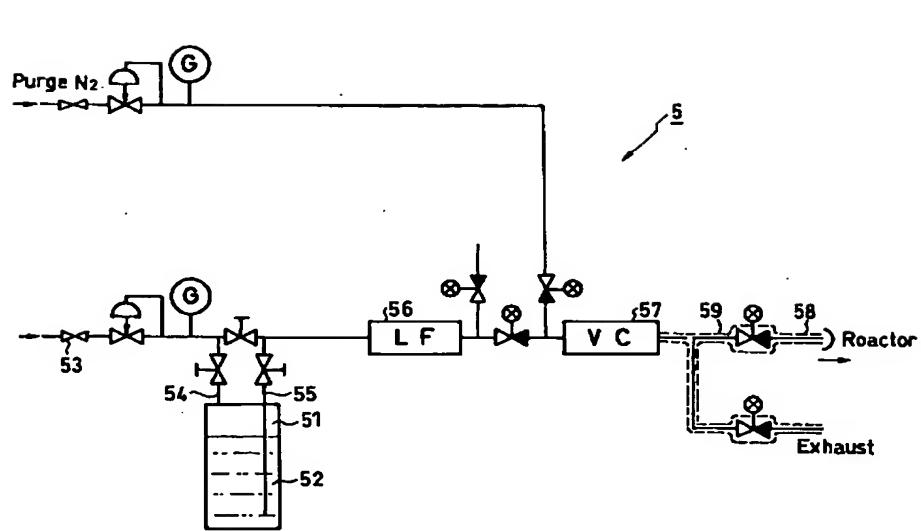
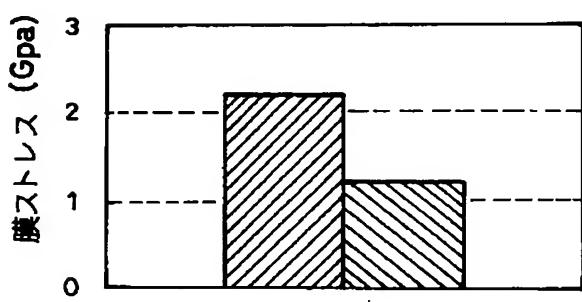


図3

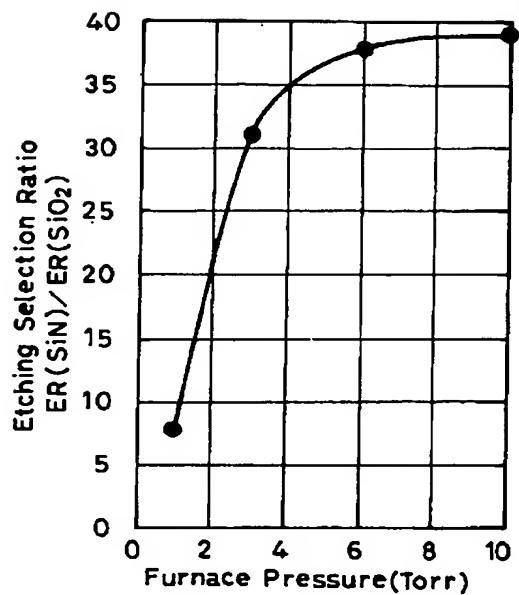
【図5】

図5



【図6】

図6



【図7】

図7

